

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

NATÁLIA DA SILVA BRUNELLI

COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DE SANTA CATARINA

CRICIÚMA

2018

NATÁLIA DA SILVA BRUNELLI

**COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DE SANTA CATARINA**

Trabalho de conclusão do Curso, apresentado para obtenção do Grau de Bacharel no curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC.

Orientadora: Prof.^a MSc. Mainara Figueiredo Cascaes.

CRICIÚMA

2018

NATÁLIA DA SILVA BRUNELLI

**COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
EM AMBIENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DE SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, com linha de pesquisa em Macroinvertebrados Bentônicos.

Criciúma, 21 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Mainara Figueiredo Cascaes - (UNESC) - Orientadora

Prof. Dr. Fernando Carvalho (UNESC)

Prof. Dra. Thereza de Almeida Garbelotto (UNISUL)

Aos meus pais Dilmar e Rita, com todo o amor que existe nesse mundo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, meu maior exemplo de amor, de humanidade, de justiça, de humildade. Obrigada por sempre me proporcionar o melhor amparo, o melhor apoio, a maior segurança e por sempre fazer o possível e o impossível por mim, sem medir esforços. Obrigada por me mostrar e me fazer sentir o amor mais puro que existe. Tu és minha âncora na vida. A minha mãe, meu exemplo de força, de determinação, de liderança, de profissionalismo, de amor e de mulher guerreira. Obrigada por ser meu primeiro referencial de força feminina, antes mesmo de eu entender e viver o feminismo. Obrigada por me mostrar que mesmo quando achamos que não temos mais força, o amor nos torna muito mais forte. Obrigada por ter me mostrado isso todos os dias, durante todo esse tempo, especialmente em todos os anos em que ficastes ao lado da vó. Sou mais forte por ti e por causa de ti.

Ao meu irmão, que mesmo longe fisicamente, sempre esteve perto. Por sempre me incentivar a buscar meus sonhos, por me ensinar a permanecer firme nos meus objetivos e por sempre me estender a mão quando eu precisei. Obrigada por ser do jeitinho que és, por sempre me aceitar e apoiar, por me mostrar que mesmo que não compartilhássemos o mesmo sangue, ainda assim meu coração te escolheria como irmão.

As minhas madrinhas, que me mostram diariamente que amor de madrinha é também amor de mãe. Obrigada sempre pela acolhida, pelo apoio e, principalmente, por me amarem como filha. Obrigada também por terem permitido a transformação da garagem em laboratório, por aguentarem o cheiro das coletas, por guardarem todos os equipamentos com carinho, pelos almoços, cafés e, especialmente, por me receberem sempre com um sorriso no rosto e os braços abertos.

À toda minha família, padrinho, tio Feu, Dé, Jaque e xs amigxs, Renato, Bruna, André, Aline, Mari, Rebecca, Tuca, Lê Viana, Su, Bea, Danielle, Debora Rabelo e as meninas do CA. Obrigada por sempre permanecerem ao meu lado, pela amizade, pelo amor e pelo apoio!

As minhas amigas e irmãs de coração Laura e Monique, por todo o amor, por toda a compreensão, por toda a amizade, por todo o companheirismo, por toda calma na tempestade, por acreditarem em mim e por estarem sempre, sempre, sempre ao meu lado, há muito tempo. Obrigada!

As minhas amigas e companheiras da Biologia: Mayara, Tuane, Iara e Ariadne. Obrigada por compartilharem comigo os dias, as risadas, as preocupações, os medos, as angústias, as felicidades, as conquistas, os lanches e os melhores e mais loucos momentos. Obrigada por todo o ensinamento, pelo apoio, pela compreensão, pelo amor, pela amizade e por compartilharem a vida comigo, muito além da sala de aula. Essa aventura foi muito mais colorida e maravilhosa por causa de vocês.

A todas as pessoas que não mediram esforços para me ajudar e auxiliar durante todos os períodos de coleta e triagem, aguentando campos exaustivos e coletas não muito cheirosas. Meu muito obrigada ao Renato, a Tuca, ao Rodrigo, a Karol e, especialmente, as amigas que compartilharam praticamente todas essas etapas comigo, sempre do meu ladinho: Mayara e Iara. Obrigada!

A todo o pessoal do LABZEV que compartilhou a vivência comigo todos os dias nesse último semestre, principalmente a Bia, a Lu e o Gabriel. Obrigada pela amizade, pelas risadas, pelo amparo, pelo apoio e pela oportunidade de aprender com vocês todos os dias.

Ao Prof^o. Dr. Fernando Carvalho, por sempre acreditar no meu potencial, por todo o incentivo e por me proporcionar inúmeras oportunidades de conhecimento e experiência. Obrigada pelos puxões de orelha e por estar sempre disponível para me auxiliar e ajudar durante todo o projeto e graduação, sem medir esforços. Aprendi e aprendo muito contigo, diariamente. Muita admiração por ti, sempre! Obrigada!

A minha orientadora Prof^a. MSc. Mainara Figueiredo Cascaes, que nunca mediu esforços para me ajudar na caminhada acadêmica (desde meu ensino médio, diga-se de passagem), sempre me auxiliando e me amparando em todos os momentos. Minha admiração pela pessoa e pela profissional que és é gigante. Obrigada por sempre acreditar em mim, por sempre me incentivar, por cada ensinamento, por me apoiar, por estar do meu lado durante todos esses anos e, principalmente, por ser mais do que professora, por ser amiga e uma mãezona em todos os momentos. Sou muito grata por compartilhar essa caminhada contigo. Obrigada!

“[...] depois, pensei que estava lutando para salvar a Floresta Amazônica. Agora, percebo que estou lutando pela humanidade”.

Chico Mendes

RESUMO

Corpos d'água são importantes ambientes do ecossistema, comportando comunidades biológicas complexas e diversas, entre as quais se destacam os macroinvertebrados bentônicos. Esses animais podem ser observados a olho nu, possuem variadas formas e modos de vida, apresentam grande riqueza de espécies, de grupos funcionais e habitam diferentes ambientes, unidos a diversos substratos. Os macroinvertebrados possuem grande importância no biomonitoramento ambiental, visto que o sucesso de colonização e estabelecimento de comunidades biológicas desses indivíduos são importantes indicadores de qualidade de habitat. O presente estudo teve como objetivo avaliar a composição da assembleia de macroinvertebrados bentônicos em três áreas do rio Pio, no município de Treviso, sul de Santa Catarina. As coletas foram realizadas nos meses de novembro de 2017, fevereiro e junho de 2018 em três áreas ao longo do rio Pio, sendo que em cada área foram demarcados três pontos e realizadas cinco repetições cada. Em cada repetição, fixou-se o puçá contra correnteza, realizando rolamento do substrato por três minutos, totalizando esforço amostral de 405 minutos/puçá. Após coleta, os indivíduos foram transportados para laboratório e identificados até o menor nível taxonômico possível. Para descrição da assembleia de macroinvertebrados bentônicos foram utilizados os atributos de riqueza, riqueza estimada, diversidade, equitabilidade e abundância absoluta. Como resultado, foram amostrados 3.346 indivíduos, distribuídos em 37 taxa. O estudo não demonstrou suficiência amostral, sendo que para os estimadores CHAO1 e *Bootstrap* foram amostrados respectivamente 63,80% a 91,61% dos taxa esperados para a região estudada. As famílias Elmidae (Coleoptera), Perlidae (Plecoptera) e Hydropsychidae (Trichoptera) foram as mais abundantes do estudo, sendo 1.542 indivíduos pertencentes à família Elmidae, representando 46,08% de todas as amostras. A alta abundância de Elmidae em todas as áreas do estudo pode estar relacionada, principalmente, a atributos biológicos e ecológicos desse táxon, destacando-se: grande plasticidade, desenvolvimento da larva e do adulto em meio aquático, preferência em habitar ambientes lóticos, hábitos sedentários, grande diversidade em áreas montanhosas de florestas subtropicais e possibilidade de viver em diferentes tipos de substratos. Já as famílias Perlidae e Hydropsychidae compõem a fauna EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), caracterizada por habitar ambientes de boa qualidade ambiental e sistemas não modificados, evidenciando a qualidade ambiental das áreas amostradas. Segundo o índice BMWP', a qualidade ambiental da área 1 foi a mais distinta se comparada com as áreas 2 e 3, apresentando águas poluídas e muito poluídas, caracterizando-se como ambientes modificados e antropizados. As áreas 2 e 3 foram semelhantes entre si, apresentando águas limpas, não poluídas e com sistema perceptivelmente não alterado. Entretanto, apesar da semelhança, foram verificadas diferenças com relação à diversidade e equitabilidade, com a área 2 apresentando maiores valores para esses atributos se comparadas com a área 3. Além disso, a área 2 apresentou qualidade ambiental ótima em todas as coletas, enquanto a área 3 oscilou entre as qualidades boa e ótima. Os resultados do estudo comprovam a importância de pesquisas com macroinvertebrados bentônicos para indicação de qualidade ambiental e como auxílio na criação de medidas para conservação e restauração da biodiversidade e do ambiente aquático.

Palavras-chave: Insetos aquáticos, BMWP', monitoramento ambiental.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	14
3.2 PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM.....	17
3.2.1 Análise de dados	19
4. RESULTADOS.....	22
5. DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

Os corpos d'água são elementos importantes dos ecossistemas, os quais mantêm comunidades biológicas complexas, sendo macroinvertebrados os constituintes de maior abundância e riqueza nesses ambientes (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001; GULLAN; CRANSTON, 2017). Os macroinvertebrados bentônicos são organismos que podem ser observados a olho nu, apresentam grande riqueza de espécies e de grupos funcionais, habitando ambientes como riachos, rios, lagos, fundo de corredeiras, represas e mares (SILVEIRA; QUEIROZ; BOEIRA, 2004; CALLISTO; MORENO, 2006). Esses animais vivem parte ou todo do seu ciclo de vida no fundo de ambientes aquáticos, unidos a diferentes substratos (COSTA; OLIVEIRA; CALLISTO, 2006), possuindo variadas formas e modos de vida (SILVEIRA; QUEIROZ; BOEIRA, 2004) e ocupando níveis intermediários na cadeia alimentar (SILVEIRA, 2004). Devido a essas características, os macroinvertebrados bentônicos possuem importância nos ciclos de nutrientes e energia dos sistemas (CALLISTO; ESTEVES, 1995).

Os ambientes aquáticos estão sujeitos a distúrbios naturais ou decorrentes de atividades antrópicas, principalmente poluição orgânica, eutrofização, assoreamento, construção de barragens, pesca predatória e introdução de espécies exóticas (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005). Nesse cenário, o uso de monitoramento biológico se destaca como importante ferramenta de vigilância para acompanhamento das condições em ecossistemas aquáticos (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001; SILVEIRA, 2004), visto que o sucesso de colonização e estabelecimento de comunidades biológicas se configuram como bons indicadores de qualidade de habitat (MARQUES et al., 1999).

A preferência pelo uso de organismos bentônicos no monitoramento ambiental é fundamentada em características presentes nos indivíduos, tais quais: cosmopolitas e abundantes, visíveis a olho nu, grande sensibilidade às alterações e relativamente estáveis no espaço-tempo, podendo refletir mudanças ocorridas no ecossistema (FERRAZ, 2008; MORENO, 2008). Além disso, cabe destacar a existência de ciclo de desenvolvimento longo, a capacidade de fornecer grande variância aos níveis de estresse, a caracterização ecológica razoavelmente conhecida e a baixa mobilidade, caracterizando, assim, bons representantes das

condições locais (ALBA-TERCEDOR, 1996; SILVEIRA, 2004; CALLISTO; MORENO, 2006; QUEIROZ; SILVA; TRIVINHO-STRIXINO, 2008)

Um dos maiores objetivos de estudos de monitoramento utilizando macroinvertebrados bentônicos é explicar a qualidade ambiental dos corpos d'água com base na distribuição de espécies (SILVEIRA; QUEIROZ; BOEIRA, 2004; SILVA, 2010), compreendendo como os fatores locais e processos históricos influenciam na existência e permanência dos indivíduos em determinados habitats (SILVA, 2010).

Para o monitoramento e avaliação da qualidade ambiental, podem-se utilizar alguns índices, entre eles o Biological Monitoring Working Party System (BMWP'), que atribui a cada família de macroinvertebrados um *score* relacionado à tolerância a poluição (IAP, 2002). O índice foi adaptado para rios brasileiros por Loyola (2000), sendo essa adaptação resultado de anos de estudos sobre equivalência ecológica e semelhança quanto ao nível de tolerância à poluição entre as famílias originais e as encontradas no Brasil (IAP, 2002).

Dentre os *taxa* de macroinvertebrados aquáticos utilizados no BMWP' como modelos de monitoramento ambiental, algumas famílias representam grande sensibilidade à poluição, sendo encontradas somente em habitats conservados (FERRAZ, 2008). Entretanto, outras famílias são mais resistentes, apresentando grande número de indivíduos em ambientes poluídos e alterados (FERRAZ, 2008). Callisto, Moretti e Goulart (2001) definem três classes principais de organismos bentônicos utilizados no monitoramento ambiental: organismos sensíveis ou intolerantes, organismos pouco sensíveis e organismos resistentes.

A fauna Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) é representada por indivíduos considerados sensíveis à poluição, encontrados em ambientes naturais, com ausência de grandes alterações antrópicas, com grande quantidade de oxigênio dissolvido, com alta diversidade de habitats e microhabitats (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001; FERRAZ, 2008) e em regiões com predomínio de pedras e cascalhos (FERRAZ, 2008).

O segundo grupo de organismos é composto, principalmente, por imaturos de insetos aquáticos, caracterizados pela baixa sensibilidade frente a alterações abióticas, sendo representados por algumas famílias das Ordens Diptera, Heteroptera, Odonata e Coleoptera e do Subfilo Crustacea (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001). Esses organismos necessitam de menores taxas de oxigênio

dissolvido e menor diversidade de habitats, carecendo de menores condições para ocorrerem no ambiente (FERRAZ, 2008).

Em ecossistemas alterados, há a predominância de grupos resistentes à poluição, geralmente com menor diversidade de *taxa*, porém com grande abundância (MORENO, 2008). Dentre os representantes, pode-se enfatizar a Ordem Diptera, principalmente com larvas da família Chironomidae (MORENO, 2008). Além disso, nesses ambientes é também comum a presença de animais das Classes Gastropoda e Subclasse Oligochaeta (FERRAZ, 2008; MORENO, 2008). Tais organismos são encontrados, geralmente, em regiões com sedimentos finos e argilosos, possuindo a capacidade de viver em condição de anóxia por horas, necessitando de pouco oxigênio de tempos em tempos (FERRAZ, 2008).

No Brasil, os macroinvertebrados bentônicos vêm sendo utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos hídricos e como importante ferramenta na avaliação de alterações ambientais em habitats lóticos e lênticos (SILVEIRA, 2004; QUEIROZ; SILVA; TRIVINHO-STRIXINO, 2008). Entretanto, apesar dessa relevância ecológica e científica, os estudos sobre o tema são escassos, podendo-se destacar no Brasil as contribuições de Callisto e Esteves (1995), Marques et al. (1999), Silveira (2004), Silveira et al. (2004), Callisto e Moreno (2006), Costa, Oliveira e Callisto (2006) e Froehlich (2011). Já na Região Sul, pode-se ressaltar os estudos de Biasi et al. (2010) e Chagas et al. (2017) no Rio Grande do Sul e Silva (2010) em Santa Catarina.

Nos dias atuais, com o aumento das ações antrópicas no meio ambiente, é necessária, cada vez mais, a realização de monitoramentos rápidos, acessíveis e que apresentem resultados compatíveis à situação ambiental regional. Com isso, a avaliação da condição do ambiente é favorecida e, assim, torna-se viável a construção de estratégias de preservação de áreas não degradadas e recuperação de ecossistemas aquáticos que sofreram ações antrópicas, com o objetivo de conservar a biodiversidade e os recursos hídricos locais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a composição da assembleia de macroinvertebrados bentônicos com o intuito de indicar a qualidade ambiental em três diferentes áreas de um corpo d'água lótico em ambientes de Mata Atlântica no sul de Santa Catarina.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a composição de *taxa* de macroinvertebrados bentônicos em três diferentes áreas de um corpo d'água lótico em ambientes de Mata Atlântica na região sul de Santa Catarina.
- Quantificar a abundância dos *taxa* de macroinvertebrados bentônicos em três diferentes áreas de um corpo d'água lótico em ambientes de Mata Atlântica na região sul de Santa Catarina.
- Avaliar a qualidade ambiental em três diferentes áreas de um corpo d'água lótico em ambientes de Mata Atlântica na região sul de Santa Catarina.

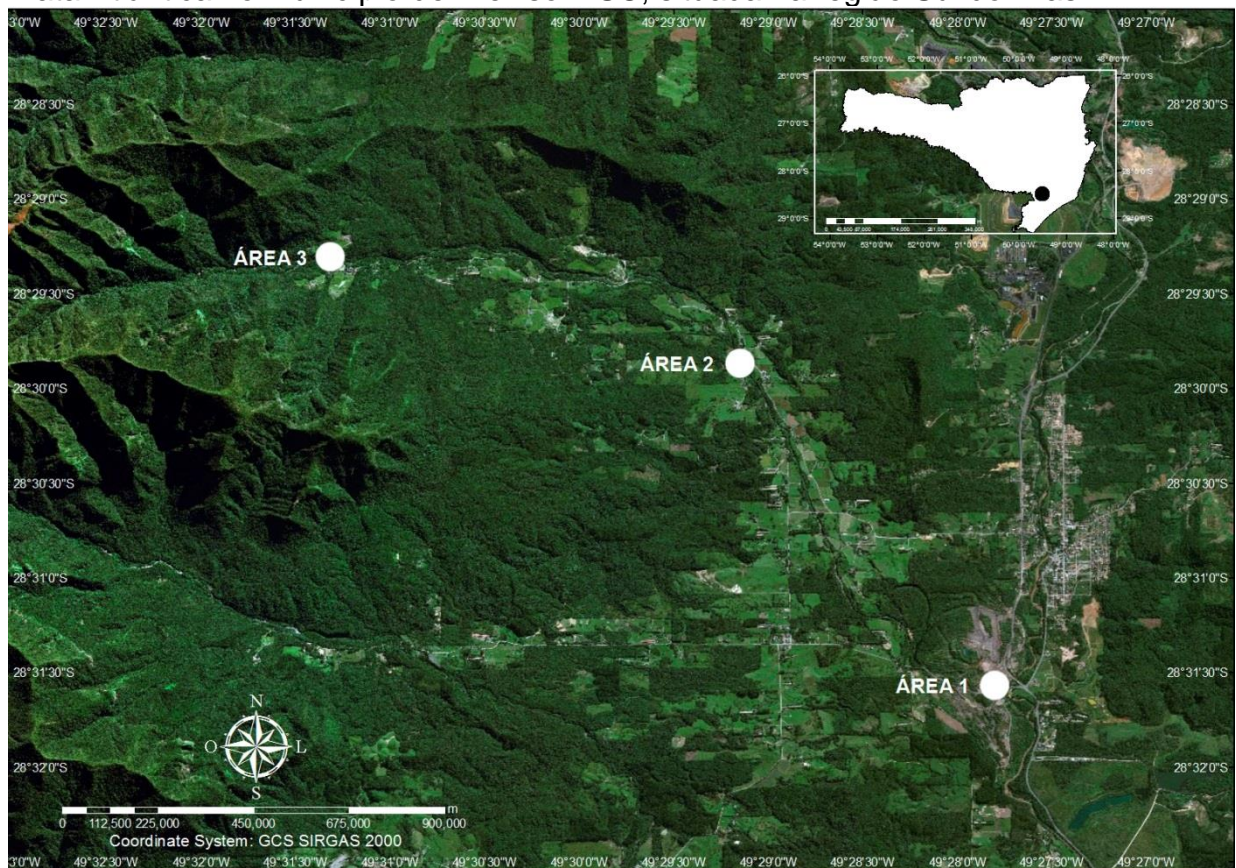
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no rio Pio, pertencente a bacia hidrográfica do rio Araranguá, no município de Treviso, sul de Santa Catarina ($28^{\circ} 29' 20''\text{S}$ e $49^{\circ} 31' 12''\text{O}$) (Figura 1). O município abrange área de $157,084\text{Km}^2$ e possui 3.527 habitantes (IBGE, 2016), sendo que a área de estudo está inserida na zona de amortecimento da Reserva Biológica Estadual do Aguai.

Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta o clima do tipo *Cfa*, classificado como mesotérmico úmido, com verões quentes e chuvas bem distribuídas (ALVARES et al., 2013). As médias de temperatura são inferiores a 18°C no mês mais frio e superiores a 22°C no mês mais quente, com precipitação média anual de 1.600mm (ALVARES et al., 2013).

Figura 1 – Localização das três áreas de amostragem no rio Pio, em ambiente de Mata Atlântica no município de Treviso – SC, situada na região Sul do Brasil.



Fonte: da autora (2018).

Foram selecionadas três áreas amostrais com diferentes atributos paisagísticos, denominadas como área 1, área 2 e área 3. As coletas foram realizadas em nove pontos amostrais ao longo do rio Pio, distribuídas igualmente nas três áreas.

A área 1 (28°31'58" S e 49°27'47" O - Figura 2) se caracteriza por um trecho do rio com largura média de 9,60m, possuindo substrato argiloso, com lâmina d'água rasa e presença de poucas rochas. A vegetação é presente somente na margem esquerda, possuindo árvores de até 10m de altura, sendo as espécies mais características: *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult, *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg, *Moquiniastrium polymorphum* (Less.) G. Sancho, *Hedychium coronarium* J. Koenig, *Bambusa* sp., *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster, *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon e *Lantana camara* L.

A área amostral está sujeita a grande passivo ambiental, proveniente de atividades antrópicas ligadas à mineração de carvão a céu aberto e como consequência, ainda hoje, a qualidade da água no trecho do rio é afetada negativamente (IPAT, 2015).

Figura 2 – Imagem da composição da paisagem presente na área 1 de amostragem da fauna de macroinvertebrados bentônicos, no rio Pio, município de Treviso, Sul de Santa Catarina.



Fonte: da autora (2017).

O trecho do rio que corresponde a área 2 (28°29'50" S e 49°29'10" O - Figura 3) mede em média nove metros de largura, com presença de rochas de diferentes granulometrias e lâmina d'água com variação de profundidade. Possui vegetação em ambas as margens, com espécies de até 12m de altura, sendo: *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, *Hedychium coronarium* J. Koenig, *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Sweet, *Boehmeria caudata* Sw, *Trema micranta* (L.) Blume, *Pennisetum purpureum* Schumach. e *Ficus adhatodifolia* Schott. in Spreng.. O entorno da área é caracterizado pela presença de residências, podendo receber influência de atividade antrópica local.

Figura 3 – Imagem da composição da paisagem presente na área 2 de amostragem da fauna de macroinvertebrados bentônicos, no rio Pio, município de Treviso, Sul de Santa Catarina.



Fonte: da autora (2018)

Na área 3 (28°29'20" S e 49°31'18" O - Figura 4), o rio chega a 8,10m de largura, lâmina d'água variável, substrato com rochas de diversos tamanhos e mata

ciliar densa em ambas as margens, com árvores de até 18m de altura. Dentre as espécies vegetais mais características da área, destacam-se: *Heliconia farinosa* Raddi, *Urera* sp., *Boehmeria caudata* Sw., *Vriesea incurvata* Gaudich., *Mollinedia clavigera* Tul., *Begonia catharinensis* Brade, *Alchornea sidifolia* Müll. Arg., *Aureliana wettsteiniana* (Witasek) Hunz. & Barbosa, *Croton celtidifolius* Baill., *Brugmansia* sp. e *Hovenia dulcis* Thunb.

O entorno da área apresenta poucas residências, sendo caracterizada por baixa atividade antrópica. Entretanto, nos pontos de coleta da área, há a presença de bombas para captação de água que são ligadas esporadicamente.

Figura 4 – Imagem da composição da paisagem presente na área 3 de amostragem da fauna de macroinvertebrados bentônicos, no rio Pio, município de Treviso, Sul de Santa Catarina.



Fonte: CARVALHO (2017).

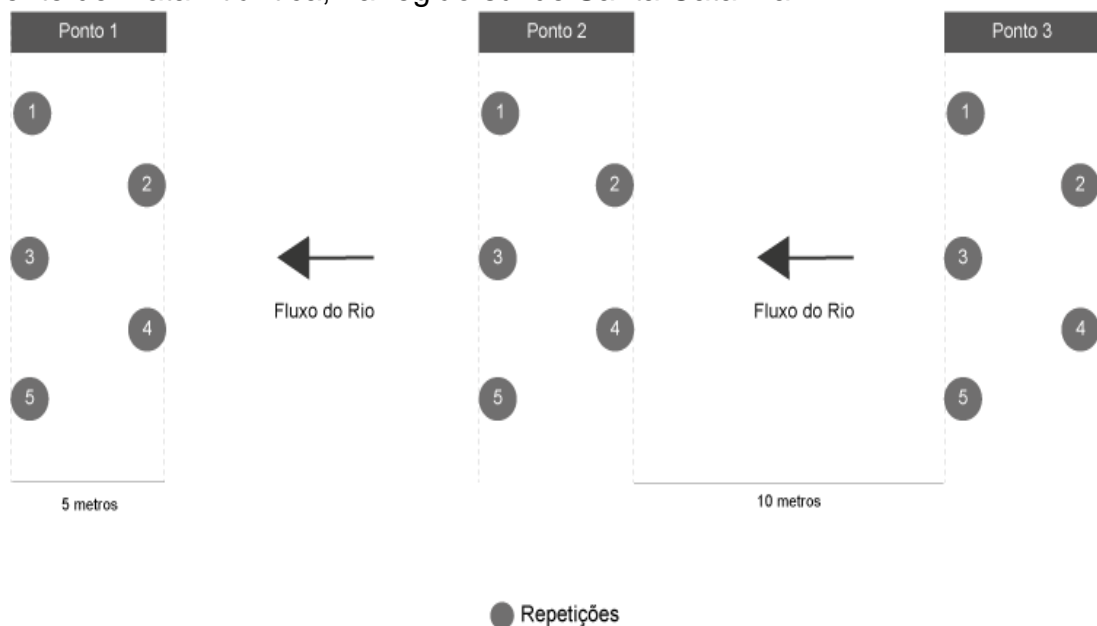
3.2 PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM

Para amostragem dos macroinvertebrados foram desenvolvidas três campanhas, realizadas nos meses de novembro de 2017, fevereiro e junho de 2018. Para a captura dos macroinvertebrados aquáticos, em cada repetição de

amostragem, foi utilizada rede tipo puçá retangular 60x40cm (malha de 500 µm) que foi posicionado contra a correnteza e fixado, sendo realizado o rolamento do substrato durante três minutos para o desprendimento dos organismos do fundo do rio.

Para a amostragem, em cada uma das três áreas, foram estabelecidos três pontos com cinco repetições em cada ponto. Dentro de cada área, os pontos se estendiam ao longo de cinco metros e foram distanciados por aproximadamente 10m entre si (Figura 5). Ao total, em cada campanha, foi despendido esforço amostral de 135 minutos, o que resultou no total de 405 minutos de amostragem. Em cada coleta, os pontos foram os mesmos, enquanto as repetições foram realizadas aleatoriamente dentro do ponto visando amostrar diferentes habitats dentro da área de coleta.

Figura 5 – Desenho amostral da distribuição das repetições por ponto amostrado para determinar a composição de macroinvertebrados bentônicos nas coletas realizadas entre novembro de 2017 e junho de 2018 em corpos d'água lóticos, em ambiente de Mata Atlântica, na região sul de Santa Catarina.



Fonte: da autora (2018).

Os indivíduos, após a coleta, foram alocados em potes plásticos com álcool 70%, com etiquetas com as informações da coleta e do ponto e, logo em seguida, foram transportados aos laboratórios da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC.

Em laboratório, o primeiro procedimento realizado foi a lavagem com água para a separação do material grosseiro do particulado, com o objetivo de facilitar a triagem dos macroinvertebrados. Após a lavagem, as amostras foram colocadas em bandejas claras para triagem dos indivíduos observados a olho nu.

Para a identificação, foram utilizados microscópio estereoscópio e chaves de identificação de Mugnai, Nessimiam e Baptista (2010) e Costa, Ide e Simonka (2006). A classificação taxonômica utilizada no estudo foi conforme Triplehorn e Jonnson (2011), sendo realizada até o menor nível taxonômico possível.

3.2.1 Análise de dados

Para descrever a composição da assembleia de macroinvertebrados aquáticos foram utilizados atributos de riqueza, riqueza estimada, diversidade, equitabilidade e abundância absoluta. A suficiência amostral do inventário foi analisada por meio de curva de acumulação de *taxa*, construída pelo método de rarefação para amostras. Ainda para avaliar a suficiência, para cálculo da riqueza estimada e complementariedade, foram utilizados os estimadores CHAO de primeira ordem e *Bootstrap*. Ambas as análises foram realizadas no *software* EstimateS, versão 9.1 (COLWELL 2018), utilizando 100 aleatorizações dos dados.

Para análise de diversidade, a família Elmidae foi excluída das análises por apresentar alta dominância em todas as áreas. Como métrica, foi utilizado o índice de Shannon-Wiener (H') e de equitabilidade, calculado para cada uma das áreas. Para determinar se há diferença na diversidade entre áreas, foi utilizado o teste *t* para diversidade específica, adotando-se nível de significância de 0,05. Essas análises foram realizadas no *software* PAST, versão 3.1 (HAMMER et al., 2001).

Por fim, foi determinada a abundância absoluta dos *taxa* de cada uma das áreas. Para testar se houve diferença nas médias da abundância, primeiramente foi testado se os dados apresentavam distribuição normal, sendo que para isso foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. No teste, identificou-se que os dados apresentavam distribuição não normal para todas as áreas, sendo a área 1 ($W = 0,388$; $p < 0,001$), área 2 ($W = 0,631$; $p < 0,001$) e área 3 ($W = 0,503$; $p < 0,001$). Portanto, mostrou-se necessária a utilização do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Havendo diferença em pelo menos uma das comparações, foi utilizado o

teste de Mann-Whitney como teste post-hoc. Ambos os testes foram realizados no *software* PAST, versão 3.1 (HAMMER et al., 2001), adotando nível de significância de 0,05 para as análises.

Para a análise de qualidade ambiental do corpo d'água, foi utilizado o índice BMWP'. Esse índice ordena as famílias de macroinvertebrados em diferentes grupos, com *score* específicos (Tabela 1). Para cada família é atribuída uma pontuação, variando de um a 10, sendo que as famílias mais sensíveis à poluição terão as maiores pontuações. Para determinação do índice, foi calculada a somatória das pontuações das famílias presentes em cada área, permitindo a classificação em categorias de qualidade ambiental (Tabela 2).

Tabela 1 - Pontuações das diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para obtenção do Índice BMWP' para análise de qualidade ambiental em corpos d'água lóticos em ambiente de Mata Atlântica no Sul de Santa Catarina.

Famílias	Score
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Megapodagrionidae, Athericidae e Blephariceridae	10
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae e Glossosomatidae	8
Ephemerellidae, Prosopistomatidae, Nemouridae e Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Peralidae, Psephenidae, Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae e Hydroptilidae	7
Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophiliidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohyphidae, Oligoneuridae, Polymitarcyidae, Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae	6
Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae, Aeglidae, Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae	5
Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae e Hydracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnecoridae), Pleidae, Notonectidae, Corixidae, Veliidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae e Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Ephrydidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (toda a classe), Syrphidae	1

Fonte: IAP (2002).

Tabela 2 - Classes de qualidade, significado dos valores do BMWP' e cores representativas da qualidade ambiental para análise em corpos d'água lóticos em ambiente de Mata Atlântica no Sul de Santa Catarina.

Classe	Qualidade	Valor significativo	Significado	Cor
I	Ótima	>150	Águas muito limpas (águas pristinas)	Lilás
II	Boa	121-150	Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado	Azul Escuro
III	Aceitável	101-120	Águas pouco poluídas ou sistema com pouca alteração	Azul Claro
IV	Duvidosa	61-100	São evidentes efeitos moderados de poluição	Verde
V	Poluída	36-60	Águas contaminadas ou poluídas (sistema alterado)	Amarelo
VI	Muito poluída	16-35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	Laranja
VII	Fortemente poluída	<16	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	Vermelho

Fonte: ALBA-TERCEDOR (1996).

4. RESULTADOS

Nas três campanhas foram amostrados 3.346 indivíduos, distribuídos em 37 *taxa* (Tabela 3). Dentre os Filos, Arthropoda se destacou como mais abundante com 3.326 indivíduos, representando 99,40% das amostras, seguido por Mollusca com 17 indivíduos (0,51%) e Annelida com três indivíduos (0,090%). Com relação às Classes, foram amostradas cinco: Insecta (n = 3274), Malacostraca (n = 27), Arachnida (n = 25), Gastropoda (n = 17) e Clitellata (n = 3) e, dentro dessas, foram identificadas 13 Ordens sendo Coleoptera a mais abundante (n = 1.773), seguida por Plecoptera (n = 444) e Trichoptera (n = 371).

Tabela 3 – Tabela de abundância dos *taxa* presentes nas três áreas de amostragem da fauna de macroinvertebrados bentônicos, no rio Pio, município de Treviso, Sul de Santa Catarina.

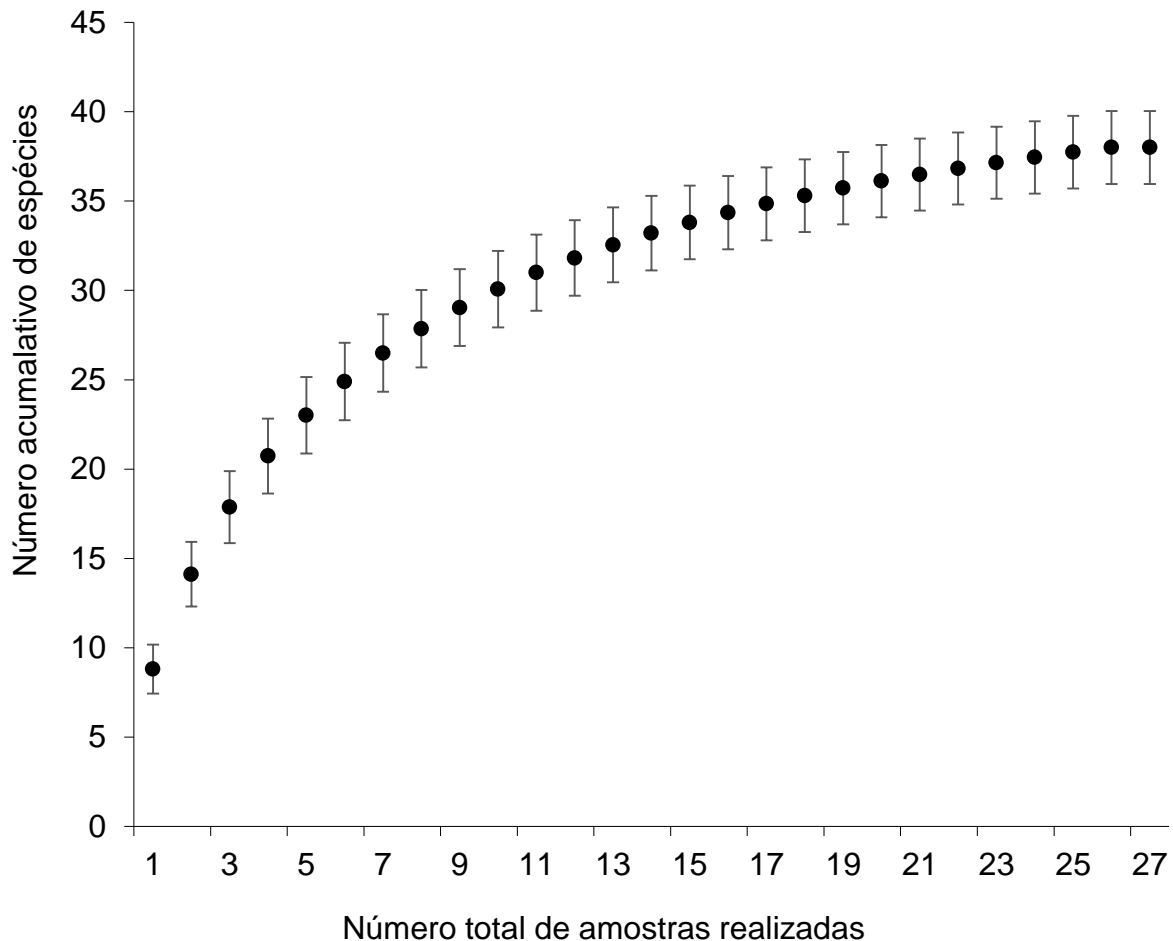
Taxa	Área 1	Área 2	Área 3	Total
Annelida				
Clitellata				
Oligochaeta	3	0	0	3
Arthropoda				
Arachnida				
Trombidiformes				
Hydrachnidae	0	5	20	25
Insecta				
Coleoptera				
Elmidae	21	382	1139	1542
Hydrophilidae	3	31	3	37
Lampyridae	1	0	0	1
Psephenidae	1	154	32	187
Staphylinidae	0	0	6	6
Diptera				
Athericidae	0	93	0	93
Ceratopogonidae	1	3	2	6
Chironomidae	18	84	0	102
Empididae	0	3	1	4
Simuliidae	0	1	0	1
Tipulidae	1	94	2	97
Ephemeroptera				
Baetidae	0	60	24	84
Caenidae	0	0	11	11
Leptohyphidae	0	28	0	28
Leptophlebiidae	0	50	67	117
Hemiptera				

Taxa	Área 1	Área 2	Área 3	Total
Belostomatidae	0	26	6	32
Naucoridae	0	0	1	1
Veliidae	2	21	59	82
Lepidoptera				
Crambidae	0	0	1	1
Pyrilidae	2	0	1	3
Megaloptera				
Corydalidae	2	4	0	6
Odonata				
Coenagrionidae	0	13	0	13
Libellulidae	0	4	0	4
Megapodagrionidae	0	0	1	1
Plecoptera				
Gripopterygidae	0	1	3	4
Perlidae	0	276	164	440
Trichoptera				
Helicopsychidae	0	5	1	6
Hydrobiosidae	6	77	6	89
Hydropsychidae	0	193	63	256
Leptoceridae	0	3	2	5
Polycentropodidae	0	11	3	14
Xiphocentronidae	0	1	0	1
Malacostraca				
Decapoda				
Aeglidae	0	0	27	27
Mollusca				
Gastropoda				
Pulmonata				
Planorbidae	0	1	0	1
Sorbeoconcha				
Hydrobiidae	0	16	0	16
Total Geral	61	1640	1645	3346

Fonte: da autora (2018).

A curva de acumulação de espécie construída pelo método de rarefação não demonstrou tendência a assíntota (Figura 6). Quando analisados de forma individual, o estimador CHAO1 indicou a ocorrência de 57,99 famílias e o *Bootstrap* 40,39 famílias, o que sugere que foram amostrados 63,80% a 91,61% dos *taxa* esperados para a região estudada.

Figura 6 – Curva de rarefação utilizando os dados dos 27 pontos para amostragem de suficiência amostral do estudo da fauna de macroinvertebrados bentônicos em ambiente de Mata Atlântica no Sul de Santa Catarina.



Fonte: da autora (2018).

Com relação aos ambientes, na área 1 foram amostrados 61 indivíduos de 12 *taxa*, destacando-se, em abundância, as famílias Elmidae ($n = 21$) e Chironomidae ($n = 18$). Já na área 2, foram amostrados 1.640 indivíduos e 28 *taxa*, sendo as famílias Elmidae ($n = 382$), Perlidae ($n = 276$), Hydropsychidae ($n = 193$) e Psephenidae ($n = 154$) as mais abundantes. Por fim, na área 3, foram capturados 1.645 indivíduos pertencentes a 25 *taxa*, com Elmidae ($n = 1139$), Perlidae ($n = 164$), Leptophlebiidae ($n = 67$) e Hydropsychidae ($n = 63$) sendo as famílias mais abundantes.

Em relação à diversidade, a área 2 se apresentou como mais diversa ($H' = 2,504$), sendo seguida pelas áreas 3 ($H' = 2,218$) e 1 ($H' = 1,851$). Na comparação entre os ambientes, a área 2 diferiu da área 1 ($t = -3,666$; $p < 0,001$) e também da

área 3 ($t = 5,068$; $p < 0,001$), entretanto, as áreas 1 e 3 não diferiram ($t = -2,007$; $p = 0,051$). Com relação a equitabilidade, a área 1 apresentou $J' = 0,771$, a área 2 $J' = 0,759$ e a área 3 obteve a menor equitabilidade do estudo, com $J' = 0,697$.

Na comparação de abundância, foi observada diferença entre as áreas ($H' = 22,560$; $p < 0,001$). Quando analisados aos pares, houve diferença nas comparações entre as áreas 1 e 2 ($U = 267,5$; $p < 0,001$) e entre as áreas 1 e 3 ($U = 367$; $p < 0,001$). Já para comparação entre áreas 2 e 3, não foi observada diferença ($U = 502$; $p = 0,096$).

Quanto a qualidade ambiental, segundo o índice BMWP', a área 1 apresentou qualidade muito poluída (classe VI) nas coletas de novembro de 2017 e junho de 2018 e poluída (classe V) na campanha de fevereiro de 2018, com score de 25 a 46, sendo o ambiente caracterizado como sistemas alterados e muito alterados. A área 2 obteve maior constância entre os ambientes, apresentando ótima qualidade ambiental (classe I) em todas as campanhas de amostragens, com score variando de 162 no fevereiro de 2018 e 255 no junho de 2018 (Tabela 4). E A área 3, segundo o índice BMWP', apresentou boa qualidade ambiental (classe II) nas coletas de novembro de 2017 e fevereiro de 2018 e ótima qualidade ambiental (classe I) em junho de 2018, com score variando de 127 a 216 (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultados do índice BMWP' para as famílias de macroinvertebrados amostradas em três áreas em Ambiente de Mata Atlântica no Sul de Santa Catarina.

Área	Coleta	Score	Qualidade Ambiental	Classe	Cor
1	nov/17	25	Muito Poluída	VI	Laranja
	fev/18	46	Poluída	V	Amarelo
	jun/18	25	Muito Poluída	VI	Laranja
2	nov/17	179	Ótima	I	Lilás
	fev/18	162	Ótima	I	Lilás
	jun/18	255	Ótima	I	Lilás
3	nov/17	141	Boa	II	Azul Escuro
	fev/18	127	Boa	II	Azul Escuro
	jun/18	216	Ótima	I	Lilás

Fonte: da autora (2018).

5. DISCUSSÃO

O estudo apresenta resultados semelhantes a outras pesquisas, com o Filo Arthropoda se destacando pela elevada quantidade de indivíduos, sendo a Classe Insecta a mais abundante (COSTA; OLIVEIRA; CALLISTO, 2006; FERRAZ, 2008; BIASI et al., 2010; CHAGAS et al., 2017). A alta abundância de artrópodes está relacionada com a maior diversidade de espécies de invertebrados aquáticos, tanto no Brasil quanto no mundo, sendo encontrados desde pequenos ambientes aquáticos até grandes rios e lagos (MORENO, 2008).

Com relação a composição de assembleia de macroinvertebrados mais abundantes nesse estudo, destaca-se a Ordem Coleoptera, que representa a maior Ordem de Insetos e uma das maiores Ordens de animais aquáticos, com seus representantes podendo viver em praticamente todos os tipos de corpos d'água, sendo encontrados especialmente junto ao substrato e em ambientes lóticos (JÄCH; BALKE, 2008).

Representantes dessa Ordem possuem grande plasticidade para viver em diferentes níveis de qualidade ambiental, podendo ser encontrados desde ambientes não poluídos até ambientes modificados, já que não necessitam de elevadas quantidades de oxigênio dissolvido e grande diversidade de habitats e microhabitats como os representantes da fauna EPT (GOULART; CALLISTO, 2003). Além disso, os coleópteros têm a capacidade de permanecer em áreas impactadas por apresentarem característica distinta, conseguindo formar um isolamento de ar entre a água e seu corpo, diminuindo o contato com a água contaminada (GRAÇA; COIMBRA, 1998). Tais fatores podem explicar a dominância dos organismos dessa Ordem em diferentes ambientes, inclusive nas áreas mais poluídas do estudo. Esse resultado corrobora com algumas pesquisas realizadas em São Paulo e Belo Horizonte, cuja Ordem Coleoptera também apresentou alta abundância (UIEDA; GAJARDO, 1996; CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001).

A família Elmidae apresentou dominância em todas as áreas de estudo, podendo esse resultado estar correlacionado ao hábito sedentário e, tanto jovens quanto adultos, serem animais verdadeiramente aquáticos, apresentando grande diversidade em áreas montanhosas de florestas tropicais e subtropicais (ARIAS-DÍAZ et al., 2007; JÄCH; BALKE, 2008).

Já a família Psephenidae, possui quatro subfamílias e aproximadamente 272 espécies registradas em todo o mundo (SHEPARD; JULIO, 2010). Embora não seja uma família tão diversa quando comparada com outras famílias de coleópteros, a grande abundância desses organismos no estudo pode estar correlacionada as larvas apresentarem hábito exclusivamente aquático e por seus indivíduos possuírem preferência em habitar corpos d'água lóticos, ocorrendo quase que exclusivamente nesses ambientes (JÄCH; BALKE, 2008).

Dentre os organismos da fauna EPT amostrados no estudo, destacaram-se as famílias Hydropsychidae, Leptophlebiidae e Perlidae. Essa fauna é considerada sensível e altamente intolerante a poluições e ambientes com distúrbios antrópicos (HEPP; RESTELLO, 2007), sendo suas Ordens encontradas principalmente em ambientes com alta heterogeneidade ambiental (CRISCI-BISPO; BISPO; FROEHLICH, 2007). A alta heterogeneidade do ambiente está associada, normalmente, a áreas com grandes quantidades e diversidades de habitats e microhabitats, caracterizando ambientes com boa qualidade ambiental (GOULART; CALLISTO, 2003; HEPP; RESTELLO, 2007).

As áreas 2 e 3 apresentaram composições semelhantes entre si, exibindo alta abundância de fauna EPT, fato esse que, associado aos índices BMWP' indicados para ambas as áreas, corrobora que se tratam de ambientes saudáveis, com águas limpas, não poluídas e com sistemas perceptivelmente não alterados.

A área 3, embora tenha obtido qualidade boa no índice BMWP' em duas coletas, mostrou-se com qualidade ambiental inferior a área 2. Esse resultado diferiu do esperado, visto que a área 3 apresentou estrutura da paisagem de mata ciliar mais densa e mais conservada dentre as áreas de estudo. Porém, apesar disso, a maior diversidade apresentada na área 2 pode estar correlacionado com a grande quantidade de microhabitats e alta equitabilidade da área 2 ($J = 0,759$) se comparada com a área 3 ($J = 0,697$). Além disso, a área 3 pode ter sofrido com arraste de organismos para áreas mais baixas do rio em períodos chuvosos, já que altas quantidades de chuva podem influenciar negativamente a comunidade de macroinvertebrados, causando maior instabilidade física e aumentando a correnteza do local (RIBEIRO; UIEDA, 2005).

Cabe destacar também, que nos pontos de amostragem da área 3 ocorre a captação esporádica da água do rio, podendo a vibração do processo interferir na

colonização de indivíduos mais sensíveis, já que esses organismos são susceptíveis a uma diversidade de fatores estressantes (QUEIROZ; SILVA; TRIVINHO-STRIXINO, 2008).

Para a área 3, é importante enfatizar também a presença dos únicos representantes da família Aeglidae. Essa família é composta pelo gênero *Aegla* Leach, 1820, único gênero extante de crustáceos anomuros em águas doces, com aproximadamente 61 espécies que ocorrem principalmente associados a pedras e folhas no leito de rios (BOND-BUCKUP; BUCKUP, 1994). Tais organismos representam importante papel como elo nas cadeias alimentares e, além disso, destacam-se como fonte de informações biológicas e ecológicas do ambiente, sofrendo rapidamente com as consequências da degradação da qualidade dos corpos d'água (BOND-BUCKUP; BUCKUP, 1994; TEODÓSIO; MASUNARI, 2009).

É válido ressaltar que, segundo a portaria do MMA nº 445/2014, espécies das famílias Aeglidae e Hydrobiidae estão nas categorias vulnerável (VU), em perigo (EM) e criticamente em perigo (CR) em águas brasileiras, destacando ainda mais a importância da conservação desses taxa, especialmente na área de estudo, inserida na zona de amortecimento da Reserva Biológica Estadual do Aguai.

A grande quantidade de indivíduos da família Chironomidae verificada no estudo, com destaque para a área 1, está relacionada à alta resistência da família em habitar áreas contaminadas e com deficiência de oxigênio, sendo capazes de viver em anóxia durante várias horas (GIOVANI; GORETTI; TAMANTI, 1996; MARQUES et al., 1999; CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001). Além disso, esse grupo possui hábito detritívoro, alimentando-se de matéria orgânica no sedimento, favorecendo a adaptação a diferentes ambientes (GOULART; CALLISTO, 2003). Cabe destacar ainda, que embora no estudo a área 2 apresente maior abundância de Chironomidae (5,12%) se comparado com a área 1 (29,51%), a família é menos significativa na área 2 se comparada com outros taxa do mesmo ambiente.

Com relação às características ambientais, a área 1 apresenta baixa cobertura vegetal, possuindo vegetação ciliar em uma das margens e ausência total na outra margem, causando instabilidade e favorecendo a erosão e o transporte de partículas para o corpo d'água, comprometendo o ecossistema, afetando os microhabitats existentes e desfavorecendo a presença de indivíduos sensíveis (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001). Além disso, ainda hoje, a área sofre com

as consequências de anos de mineração de carvão a céu aberto na região (IPAT, 2015).

É importante salientar, também na área 1, a presença dos únicos indivíduos da Subclasse Oligochaeta em todo o estudo. Esse grupo também é caracterizado por habitar ambientes poluídos, sendo extremamente tolerante e possuindo características ecológicas semelhantes às da família Chironomidae (GOULART; CALLISTO, 2003; MORENO, 2008). Ademais, tanto os Oligochaeta quanto os Chironomidae possuem hábito fossorial, não necessitando de diversidade de habitats e microhabitats para sobrevivência (GOULART; CALLISTO, 2003).

É de grande valia ressaltar a presença de organismos tolerantes na área 1, apresentando baixa diversidade e abundância se comparada com as demais áreas. Esse resultado, somado aos valores e qualidade ambiental do índice BMWP', demonstram que a área é caracterizada por grande impacto ambiental, com águas contaminadas, poluídas e sistema alterado.

6 CONCLUSÃO

De forma geral, o Filo Arthropoda se apresentou como mais abundante no estudo. Dentro do Filo, cabe destacar a alta abundância da Classe Insecta e da Ordem Coleoptera se comparadas com outros *taxa*.

O estudo não obteve suficiência amostral, o que pode estar correlacionado, possivelmente, ao baixo esforço amostral, sendo necessárias outras campanhas de amostragem para melhor definição da composição do ambiente.

Em relação aos ambientes, área 1 se caracterizou por ser a menos abundante e rica em comparação com as demais áreas. Além disso, obteve o *score* mais baixo em relação a qualidade ambiental do índice BMWP', revelando um ambiente poluído e habitado, principalmente, por organismos tolerantes.

As áreas 2 e 3 apresentaram condições semelhantes entre si, com alto *score* no índice BMWP', caracterizando ambientes saudáveis com organismos sensíveis, destacando-se a fauna EPT. Com relação aos atributos de abundância e riqueza, a área 3 obteve a maior quantidade de indivíduos do estudo, enquanto a área 2 apresentou maior riqueza e maior diversidade.

Os resultados obtidos ressaltam a importância do monitoramento utilizando macroinvertebrados bentônicos em corpos d'água para avaliação da qualidade ambiental, principalmente por ser um processo rápido, acessível e de baixo orçamento. Além disso, com a avaliação do ambiente, é possível a criação de medidas para conservação, preservação e recuperação da biodiversidade e dos recursos hídricos, principalmente em áreas protegidas e de amortecimento.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C.. Conservation of the Biodiversity of Brazil's Inland Waters. **Conservation Biology**, Maringá, v. 19, n. 3, p.646-652, jun. 2005.
- ALBA-TERCEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. **Anais. IV Simpósio Del Agua en Andulacía (SIAGA)**. Almeria, v. 2, p. 203- 213, 1996.
- ALVARES, A. C.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 1, p. 711-728, 2013.
- ARIAS-DÍAZ, D. M.; REINOSO-FLÓREZ, G.; CARDONA; VILLA-NAVARRO, F. A.. Distribuicon espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). **Caldasia**, Tolima, v. 1, n. 29, p.177-194, 2007.
- BIASI, C.; KÖNIG, R.; MENDES, V.; TONIN, A. M.; SENSOLO, D.; SOBCZAK, J. R. S.; CARDOSO, R.; MILESI, S. V.; RESTELO, R. M.; HEPP, L. U.. Biomonitoramento das águas pelo uso de macroinvertebrados bentônicos: oito anos de estudos em riachos da região do Alto Uruguai (RS). **Perspectiva**, Erechim, v. 34, n. 125, p.67-77, mar. 2010.
- BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L.. A Família Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). **Arq. Zool. S. Paulo**, São Paulo, v. 4, n. 32, p.159-346, 1994.
- CALLISTO, M. F. P.; ESTEVES, F. A.. Distribuição da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos em um Ecossistema Amazônico Impactado por Rejeito de Bauxita - Lago Batata (Pará, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p.335-348, 1995.
- CALLISTO, M.; MORENO, P.. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental. **Anais. IIº Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental**. Erechim, 2006.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M.. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p.71-82, jan./mar. 2001.
- CHAGAS, F. B.; RUTKOSKI, C. F.; BIENIEK, G. B.; G. D. L. P. VARGAS; P. A. HARTMANN; M. T. HARTMANN. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade de água em rios do Sul do Brasil. **Ambiente e Água**, Erechim, v. 12, n. 3, p.416-425, maio/jun. 2017.
- COLWELL, R.K. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versão 9. 2013. Disponível em: <purl.oclc.org/estimates>. Acesso em: 01 out. 2018.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. (Ed.). **Insetos Imaturos: Metamorfose e Identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006.

COSTA, F. L. M.; OLIVEIRA, A.; CALLISTO, M.. Inventário da diversidade de macroinvertebrados bentônicos no reservatório da estação ambiental de Peti, MG, Brasil. **Neotropical Biology And Conservation**, Minas Gerais, v. 1, n. 1, p.17-23, ago. 2006.

CRISCI-BISPO, V. L.; BISPO, P. C.; FROEHLICH, C. G.. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic Rainforest streams, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 2, n. 24, p.312-318, jun. 2007.

FERRAZ, I. C.. **Estudo da comunidade bentônica como ferramenta bioindicadora da qualidade de água em um rio de pequena ordem (rio Canha, baixa Ribeira de Iguape, SP)**. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2008.

FROEHLICH, C. G.. Checklist dos Plecoptera (Insecta) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotrop.**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 1, p.1-7, 2011.

GIOVANI, M. V. di; GORETTI, E.; TAMANTI, V.. Macrobenthos in Montedoglio Reservoir, Central Italy. **Hydrobiologia**, Perugia, n. 321, p.17-28, 1996.

GOULART, M; CALLISTO, M.. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **FAPAM**, Pará de Minas, v. 2, n. 1, 2003.

GOVERNO MUNICIPAL DE TREVISO. Aspectos Geográficos. Disponível em: <<http://www.treviso.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/7394>>. Acesso em: 31 de ago. de 2017.

GRAÇA, M. A. S.; COIMBRA, C. N.. The Elaboration of Indices to Assess Biological Water Quality: A Case Study. **Water Research**, Coimbra, v. 2, n. 32, p.380-392, 1998.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S.. **Insetos: Fundamentos da Entomologia**. Rio de Janeiro: Roca, 2017.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN P. D. **PAST**: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 2001.

HEPP, L. U.; RESTELLO. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores da Qualidade das Águas do Alto Uruguai Gaúcho. In: ZAKRZEWSKI, S. B.. **Conservação e Uso Sustentável da Água: Múltiplos Olhares**. Erechim: Edifapes, 2007. Cap. 5. p. 75-86.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. 2002. **Avaliação da Qualidade da Água**

Através dos Macroinvertebrados Bentônicos - Índice BMWP. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=91>> . Acesso em: 18 set. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Treviso.** 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=421835&search=santa-catarina|treviso>>. Acesso em: 20 set. 2017.

IPAT. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas. 2015. **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas: PRAD Executivo.**

JÄCH, M. A.; BALKE, M.. Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. **Hydrobiologia**, [s.l.], v. 595, n. 1, p.419-442, 18 dez. 2008. Springer Nature.

MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R.. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Rev. Brasil. Biol.**, Belo Horizonte, v. 2, n. 59, p.203-210, jun. 1999.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA Nº 445 de dezembro de 2014.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_445_2014_lista_peixes_amea%C3%A7ados_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf> . Acesso em: 20 out. 2018.

MORENO, P.. **Macroinvertebrados Bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio das Velhas (MG).** 2008. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Instituto de Ciências Biológicas, Ufmg, Belo Horizonte, 2008.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F.. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010.

QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M. ; TRIVINHO-STRIXINO, S. (Ed.). **Organismos Bentônicos: Biomonitoramento de Qualidade de Águas.** Jaguariúna: Embrapa, 2008.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S.. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Botucatu, v. 3, n. 22, p.613-618, set. 2005.

SHEPARD, W. D.; JULIO, C. A.. Estudio Preliminar de las Familias de Escarabajos Acuáticos Dryopidae, Elmidae, Lutrochidae y Psephenidae conocidos de Paraguay (Coleoptera: Byrrroidea). **Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Parag.**, San Lorenzo, v. 1, n. 16, p.30-42, jul. 2010.

SILVA, A. L. L.. **Diversidade e Variação Espaço-Temporal da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos em uma Lagoa Costeira Subtropical no Sul do**

Brasil. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do biomonitoramento da qualidade da água em rios. Meio Ambiente. Documentos n. 36, **Embrapa**, 2004, 68 p.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F. de; BOEIRA, R. C. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. Comunicado técnico n. 19, **Embrapa**, 2004, 7 p.

TEODÓSIO, E. A. O.; MASUNARI, S.. Estrutura Populacional de *Aegla schmitti* (Crustacea: Anomura: Aeglidae) nos reservatórios dos Mananciais da Serra, Piraquara, Paraná, Brasil. **Zoologia**, Curitiba, v. 1, n. 26, p.19-24, mar. 2009.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F.. **Estudo dos Insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.

UIEDA, V. S.; GAJARDO, I. C. S. M.. Macroinvertebrados Perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. **Naturalia**, São Paulo, v. 1, n. 21, p.31-47, 1996.